



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



SER-300 – Introdução ao Geoprocessamento

Laboratório 05 – Geoestatística Linear

Vinicius Etchebeur Medeiros Dória
Divisão de Sensoriamento Remoto – DSR
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
Caixa Postal 515 – 12227-010 – São José dos Campos – SP, Brasil
viniciusdoria@dsr.inpe.br

Introdução

Este exercício de laboratório teve como objetivo explorar, por meio de procedimentos geoestatísticos, a variabilidade espacial de propriedades naturais amostradas e distribuídas espacialmente. Diversas atividades foram realizadas, tais quais a análise exploratória, o cálculo e a modelagem do semivariograma, além da realização de inferências, como a Krigeagem.

Desenvolvimento

O primeiro passo do exercício consistiu em ativar o banco de dados “SER300_BD_SaoCarlos” e projeto “Canchim” com o retângulo envolvente da área geográfica de trabalho.

A partir de amostras contidas no Plano de Informação (PI) “argila” (Figura 1), foi realizada a análise exploratória, a qual gera diversas estatísticas sobre o dado em estudo. Desta forma, foi gerado um relatório de dados (Figura 2), contendo as estatísticas das amostras de argila. Além do relatório, foi gerado um histograma para entender qual a distribuição do teor de argila contido nas amostras (Figura 3). Ademais, foi gerado o gráfico da probabilidade normal (Figura 4), que nos permite verificar os desvios da distribuição amostrada em relação a uma distribuição normal padrão.

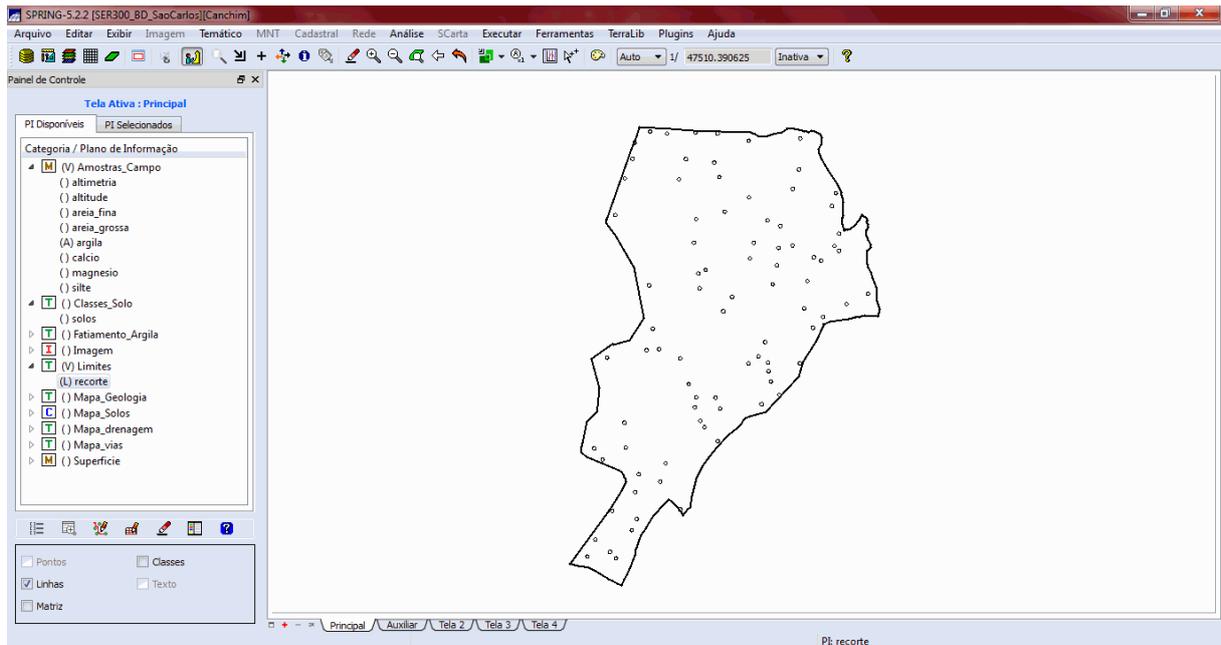


Figura 1 – Amostras de Argila.

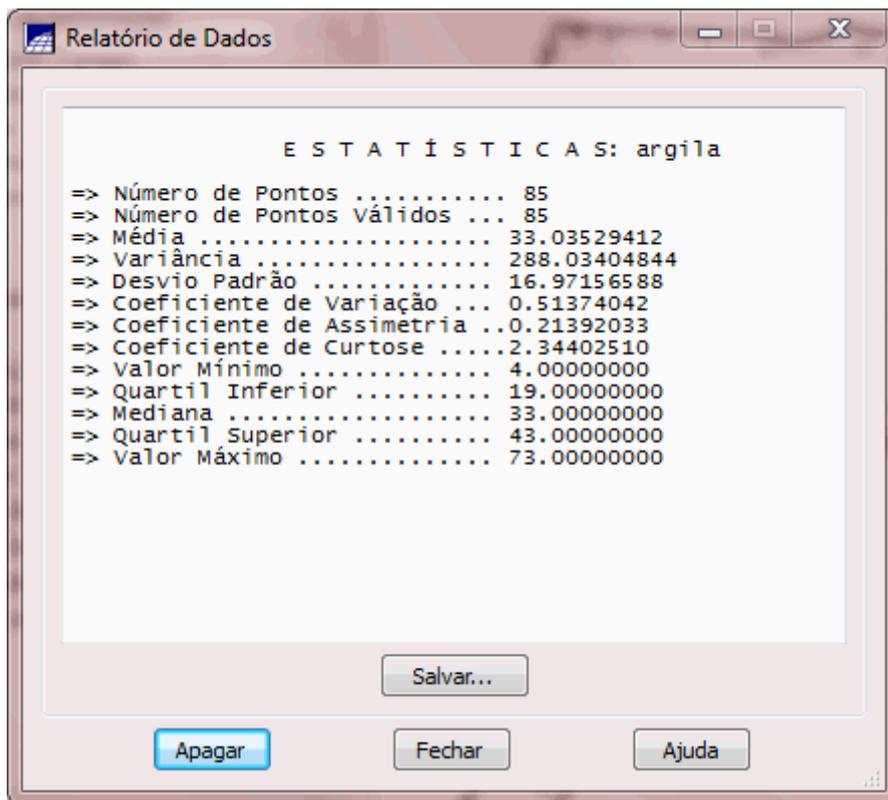


Figura 2 – Relatório de Dados das amostras de Argila.

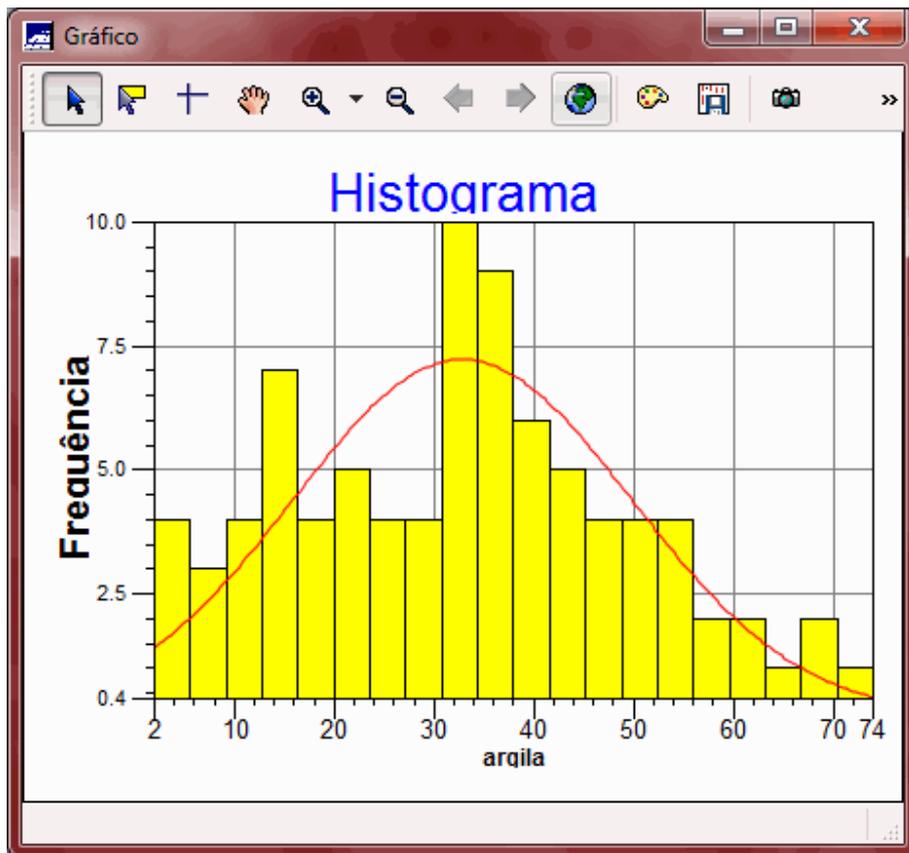


Figura 3 – Histograma das amostras de Argila. A curva contínua em vermelho é uma distribuição Gaussiana e serve de referência para efeito de comparação.

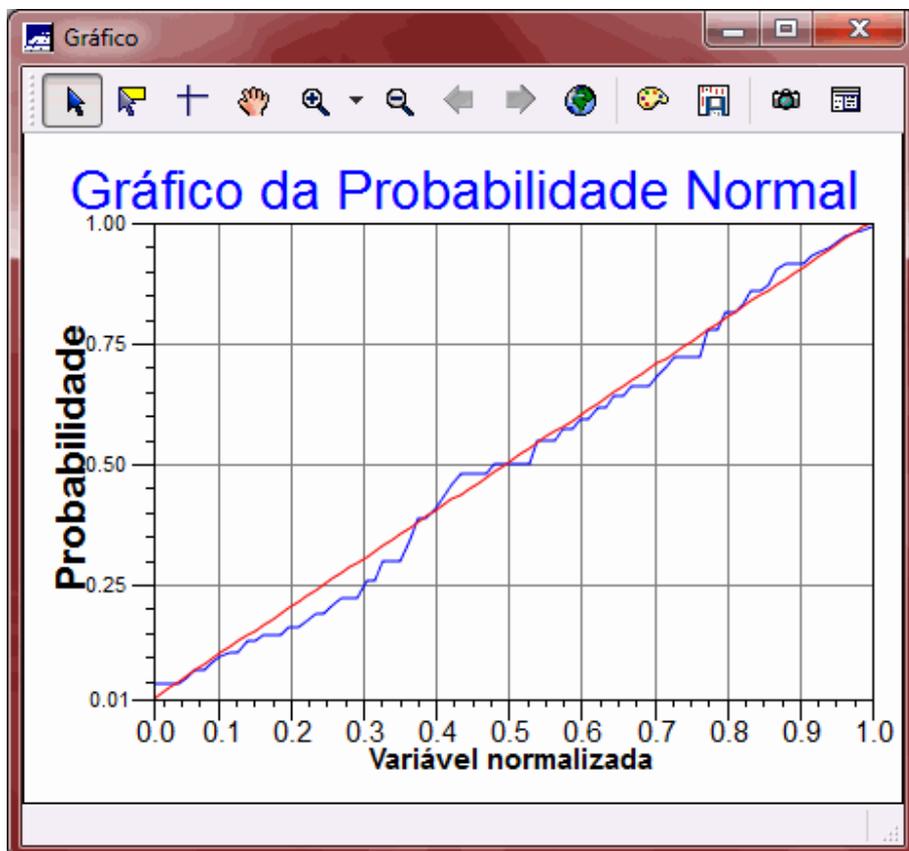


Figura 4 – Gráfico da Probabilidade Normal.

Posteriormente, foi gerado um semivariograma omnidirecional (Figura 5) considerando que a variabilidade espacial do teor de argila no solo seja isotrópica. A isotropia em fenômenos naturais, contudo, é um caso pouco frequente de ser observado. Na prática, quando se utiliza semivariogramas, a primeira suposição é a isotropia, na tentativa de detectar uma estrutura de correlação espacial. Para tanto, utiliza-se a tolerância angular máxima (isto é, 90 graus), assim a direção torna-se insignificante.

Em seguida, foi realizada a modelagem e validação do semivariograma experimental. Neste caso, foi utilizado o modelo transitivo esférico. A Figura 6 apresenta o semivariograma ajustado pelo modelo esférico e a Figura 7 apresenta o histograma do erro, muito próximo de uma distribuição normal.

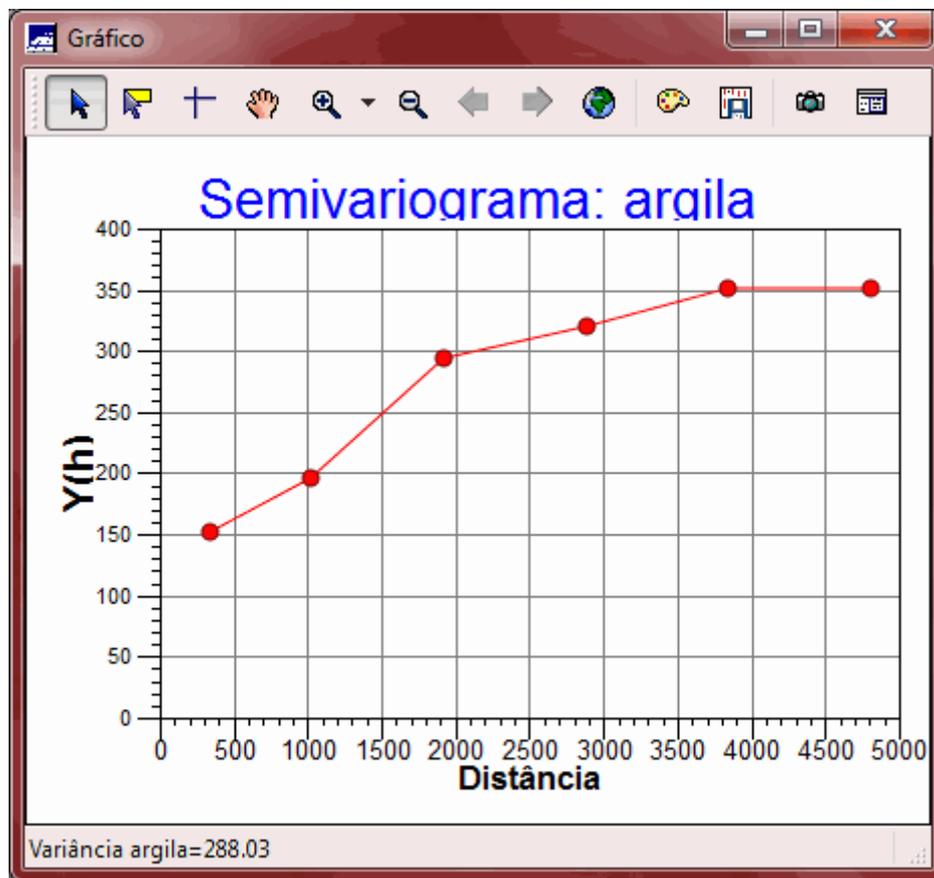


Figura 5 – Semivariograma Omnidirecional.

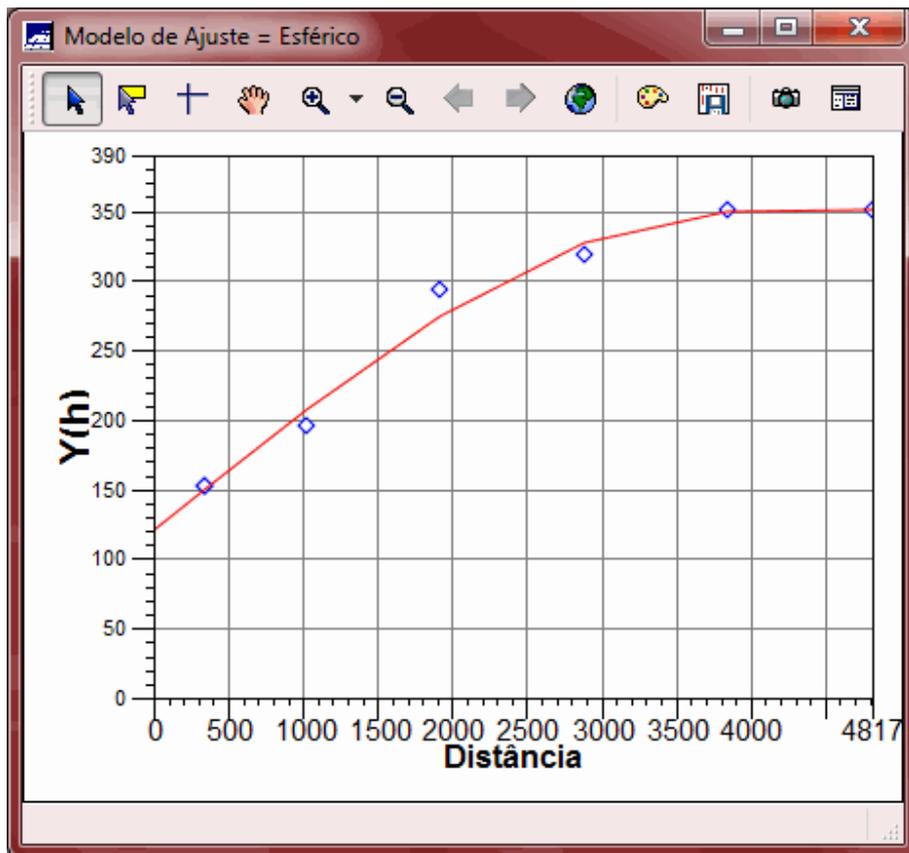


Figura 6 – Semivariograma omnidirecional ajustado pelo modelo esférico.

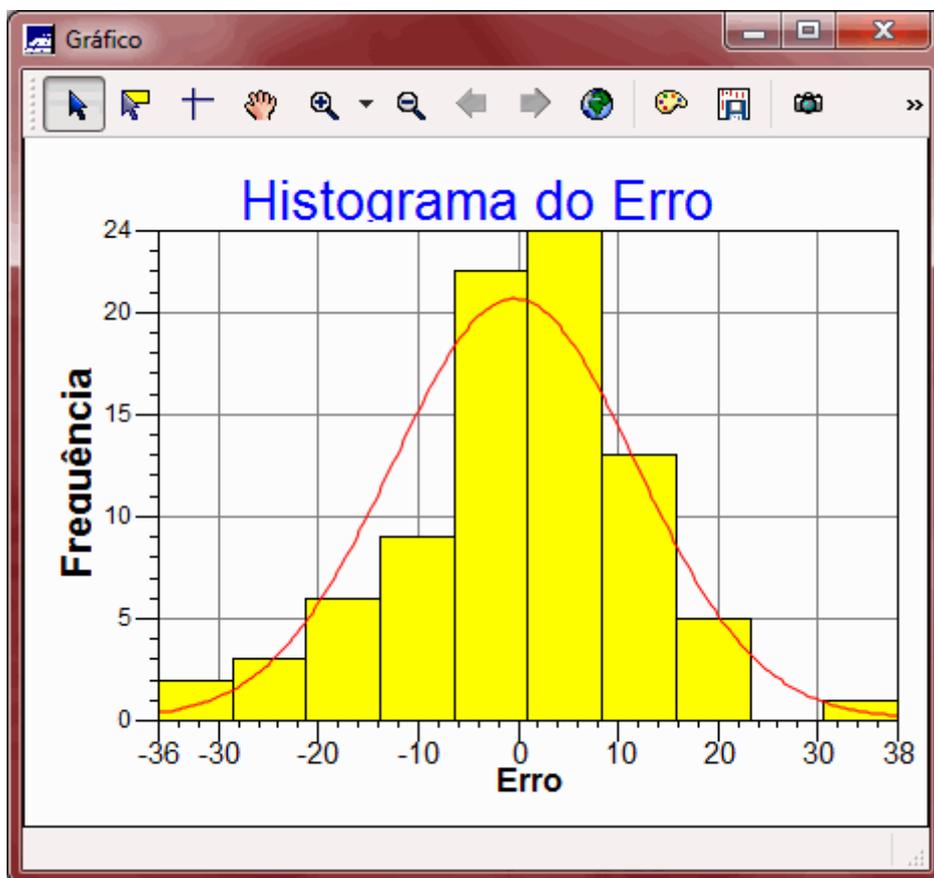


Figura 7 - Histograma do erro do modelo ajustado.

Em seguida, foi realizada a interpolação por Krigeagem Ordinária (Figura 8) e posterior fatiamento para se observar com maior clareza as informações.

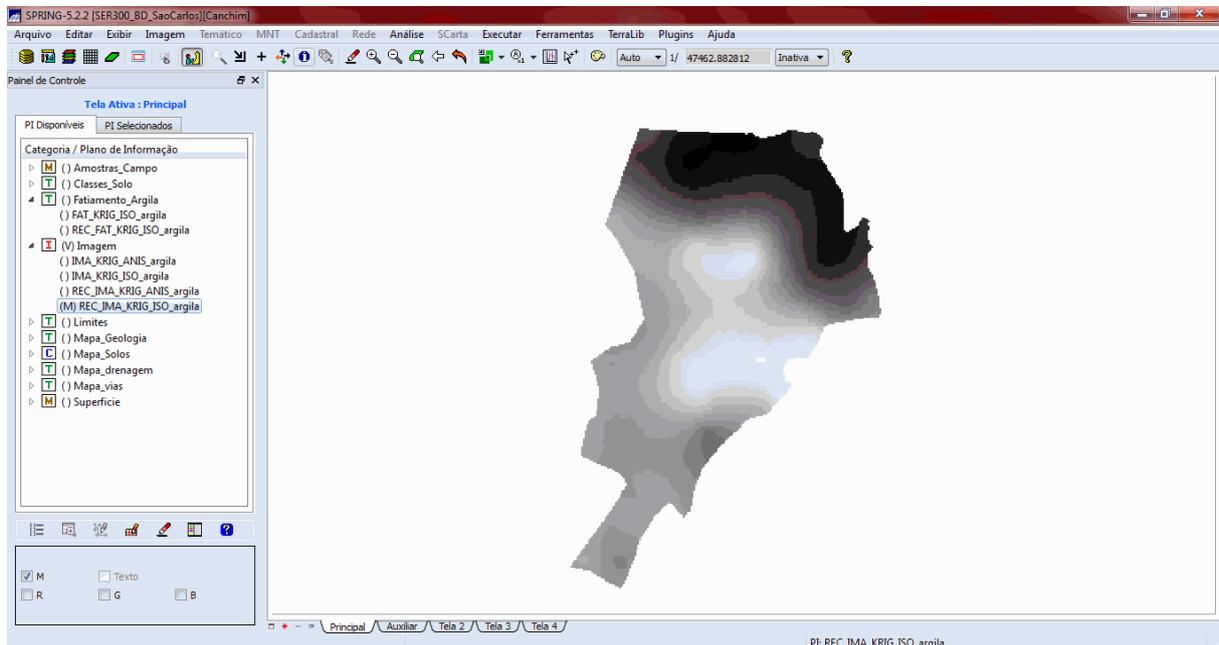


Figura 8 – Krigeagem Ordinária omnidirecional.

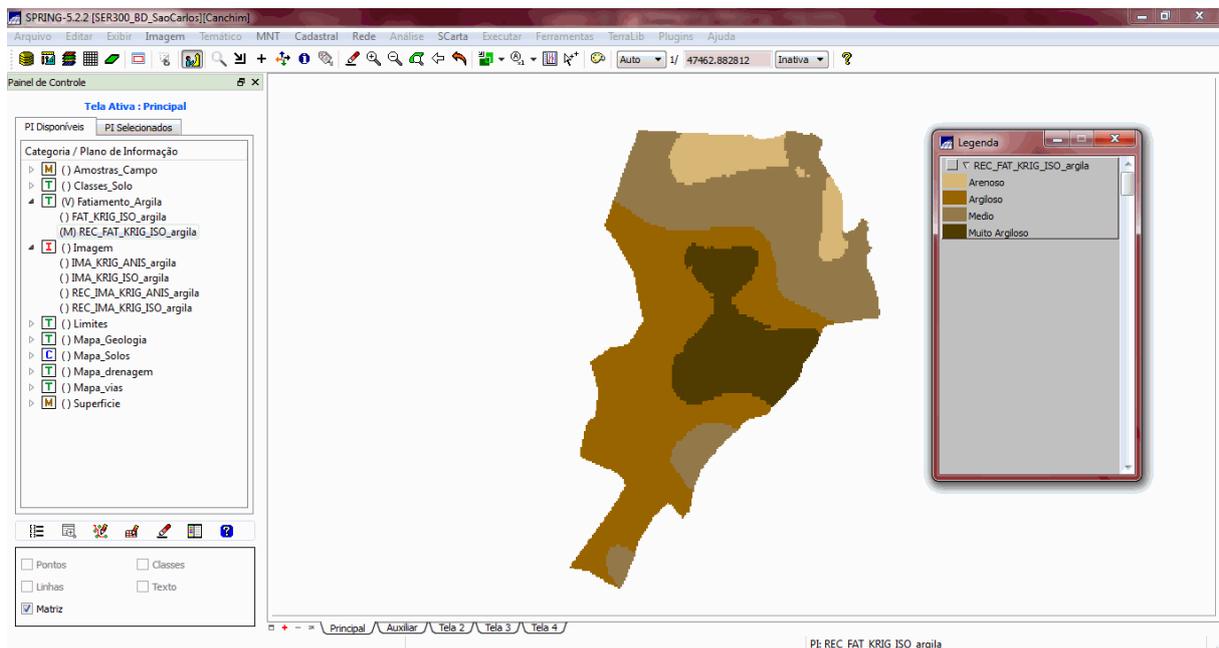


Figura 9 – Fatiamento da Krigeagem omnidirecional.

Por conseguinte, foi considerado um caso de anisotropia para este teor de argila. A anisotropia em propriedades naturais é um caso muito frequente de ser observado. Neste caso, ela pode ser facilmente constatada por meio da observação da superfície de semivariograma (Figura 10). A superfície de semivariograma é um gráfico 2D que fornece uma visão geral da variabilidade espacial do fenômeno em estudo. É utilizada para detectar eixos de anisotropia, ou seja, detectar as direções de maior e menor

continuidade espacial da propriedade em análise. A superfície de semivariograma é também conhecida como Mapa de Semivariograma.

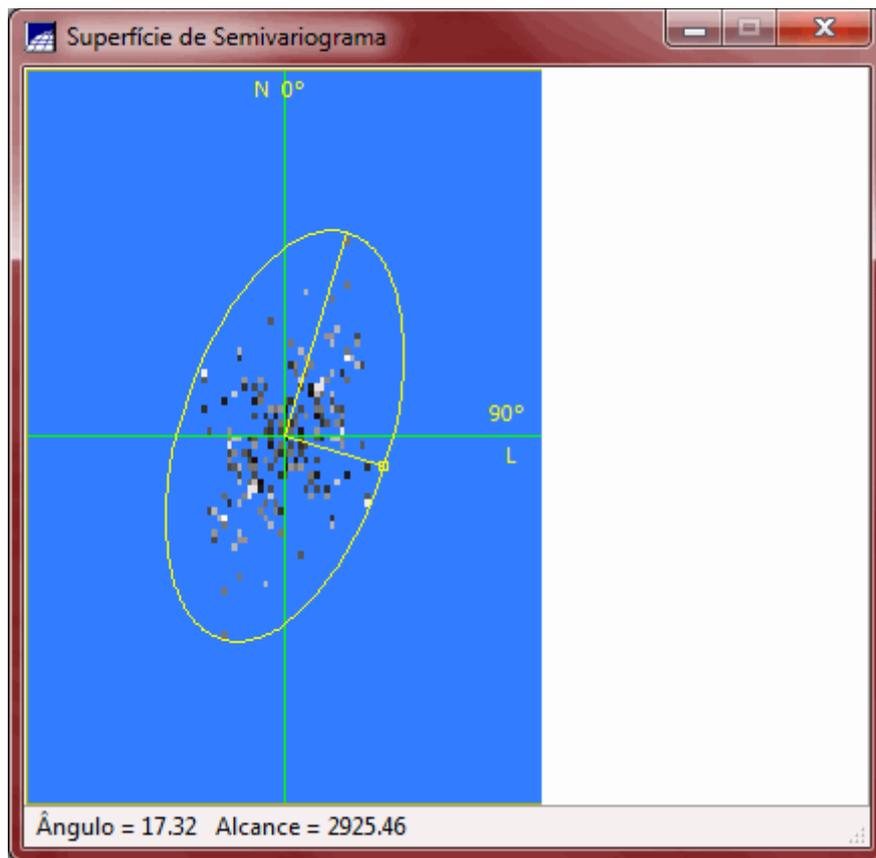


Figura 10 – Superfície de Semivariograma com Ângulo e Alcance de anisotropia detectados.

Detectados os parâmetros da anisotropia do fenômeno de estudo, foram gerados os semivariogramas direcionais (Figura 11).

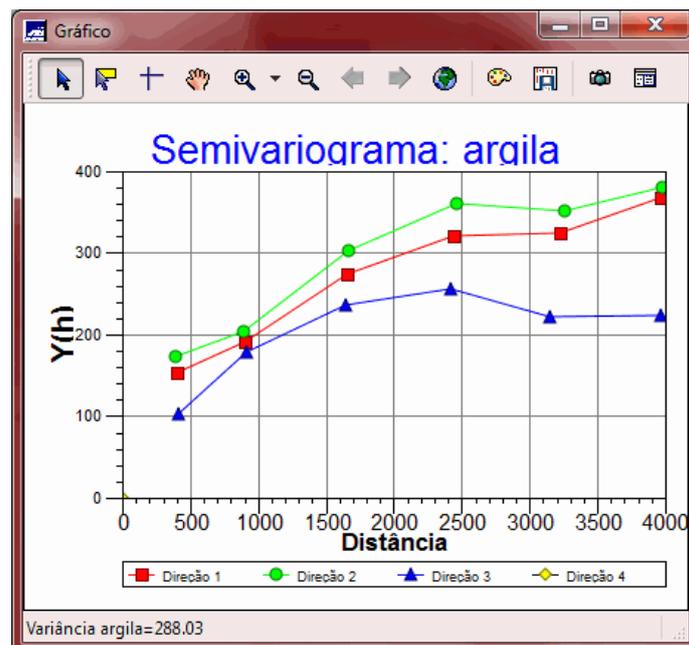


Figura 11 – Semivariogramas direcionais (em verde ~17°; em azul ~107°) e semivariograma omnidirecional.

A modelagem da anisotropia consiste em unir os dois modelos anteriormente definidos num único modelo consistente, o qual descreva a variabilidade espacial do fenômeno em qualquer direção. Neste caso da modelagem da anisotropia, o documento roteiro deste laboratório elabora toda a matemática envolvente nesta modelagem e já nos apresenta os resultados para validação do modelo de ajuste. Nesta etapa de validação, foi gerado o histograma do erro (Figura 12), que muito se aproxima de uma distribuição normal, e o gráfico de distribuição espacial do erro (Figura 13).

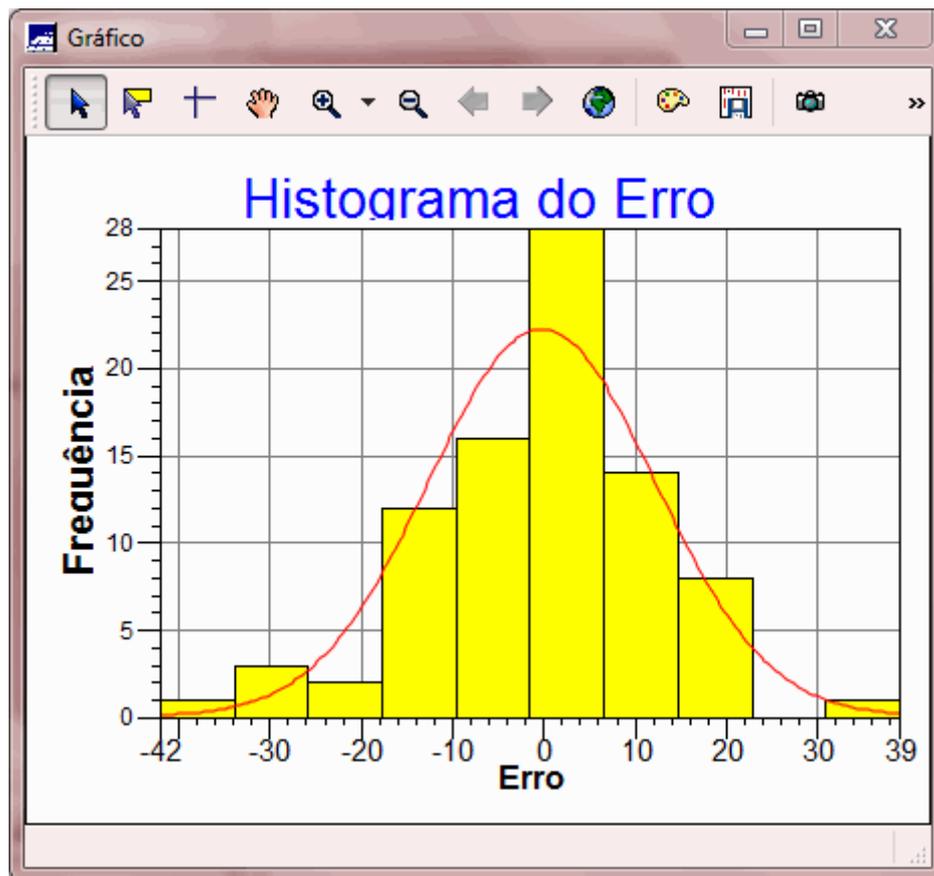


Figura 12 – Histograma do Erro.

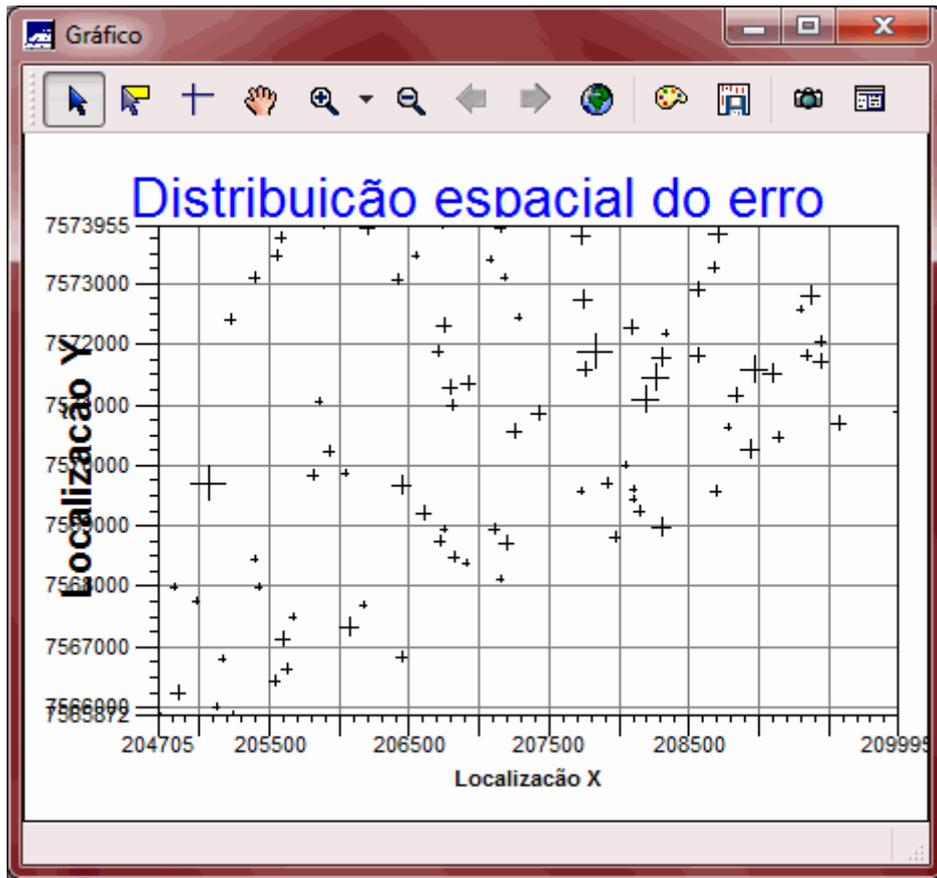


Figura 13 – Distribuição espacial do erro.

Por conseguinte, foi realizada a interpolação por Krigagem (Figura 14) e posterior fatiamento (Figura 15).

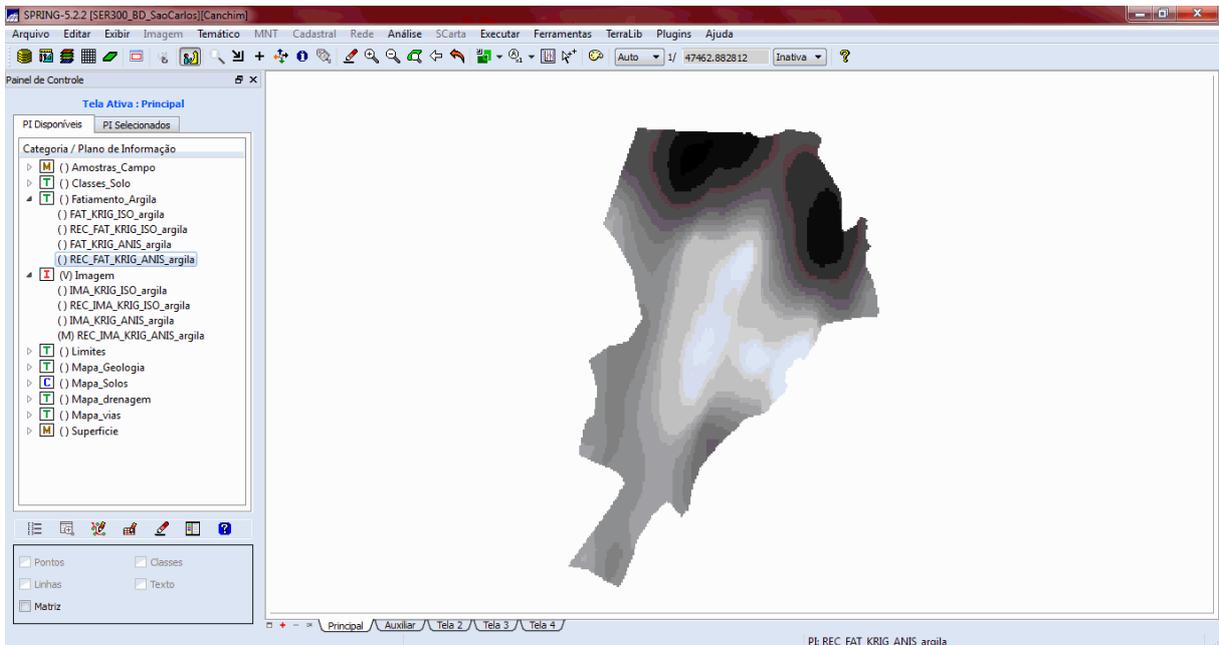


Figura 14 - Krigagem unidirecional.

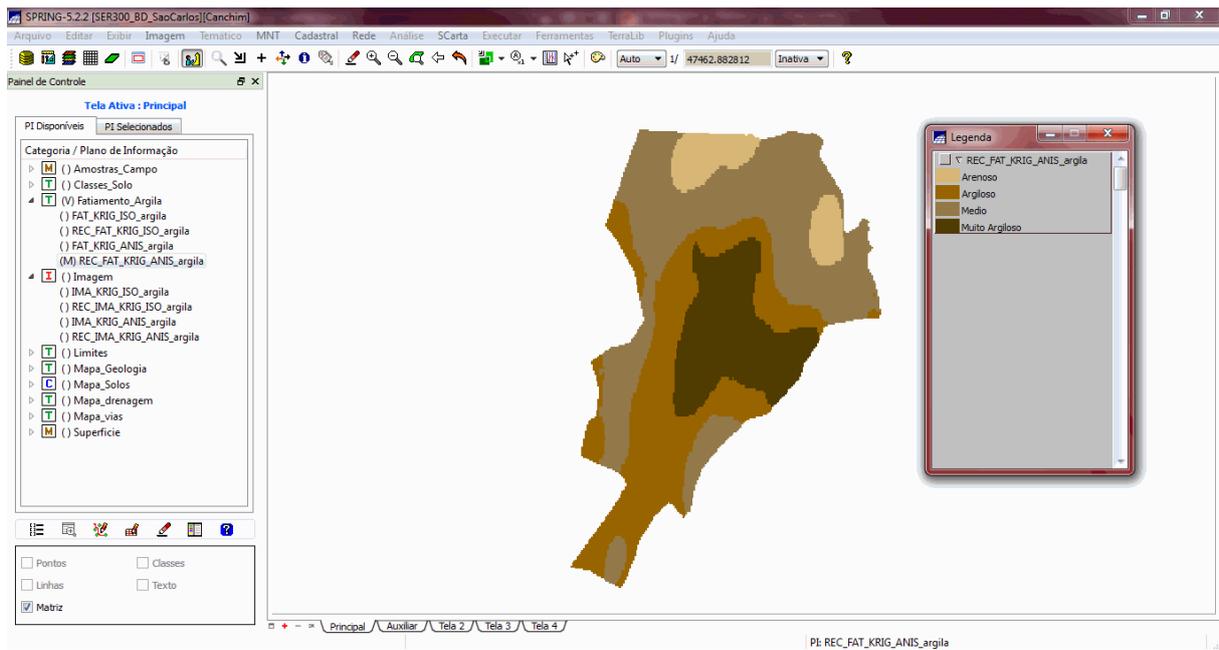


Figura 15 - Fatiamento da Krigeagem unidirecional.